

ФАРМАКОГНОЗИЯ И БОТАНИКА

Н. А. Кузьмичева, Д. А. Капустина

КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЛИСТЬЕВ И ПОБЕГОВ ИВЫ ПУРПУРНОЙ (*SALIX PURPUREA* L. s.l.)

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье изложены результаты изучения влияния климатических факторов на изменчивость листьев и побегов *Salix purpurea* L. s.l с помощью методов математической статистики. Обнаружены достоверные нелинейные корреляционные связи между морфологическими признаками ивы пурпурной (длиной и толщиной побега, длиной и шириной листа, длиной черешка и междоузлия), с одной стороны, и экологическими факторами и географическими координатами (среднегодовой температурой, количеством осадков в год, высотой над уровнем моря, географической широтой и долготой), с другой стороны. Наибольшее влияние оказывают среднегодовая температура и количество осадков на толщину побега, длину и ширину листа (сила влияния более 50 %). Характер связей в большинстве случаев мономодальный с одним максимумом, соответствующим среднегодовой температуре 9,5...10 °С, средней температуре января -3,5...-4,0 °С и количеству осадков около 1000 мм в год.

Ключевые слова: ива пурпурная, *Salix purpurea* L., морфологические признаки, климатические факторы, географические координаты.

ВВЕДЕНИЕ

Морфологические признаки листьев и побегов ивы пурпурной (*Salix purpurea* L. s.l.) изменяются в широких пределах [1–3]. Причина этой изменчивости кроется как в генетических особенностях отдельных растений и более мелких видов секции *Helix* (в узком понимании объема вида, *sensu strictum*) (*S. purpurea* s.s., *S. Vinogradovii* и *Salix elbursensis*), так и в экологических условиях, в которых растения находятся.

Как было показано ранее, наименее вариабельным и наименее связанным с другими размерными характеристиками листа и побега ивы пурпурной признаком является ширина листа [1], а также производная от нее величина – отношение длины листа к его ширине. По классификации Н. С. Ростовской [4], они относятся к группе таксономических индикаторов, имеющих значение в идентификации видов. К группе эколого-биологических индикаторов, характеризующих системную адаптивную изменчивость организмов, отнесены длина и толщина побега, длина листа и длина черешка. В группу биологических индикаторов включена длина междоузлия [1]. Таким образом, большинство изученных

нами ранее признаков являются чувствительными к изменениям среды, поэтому следующим этапом в изучении изменчивости ивы пурпурной явилось выявление корреляционных связей морфологических признаков побега и листа с экологическими и географическими факторами, а также определение формы таких связей.

Цель настоящей работы – изучение корреляционных связей морфологических параметров листьев и побегов ивы пурпурной с высотой над уровнем моря, среднегодовой температурой, температурой января, количеством осадков и географическими координатами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Изучали гербарные образцы ивы пурпурной, собранные Н. А. Кузьмичевой совместно с сотрудниками Института экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси в экспедициях 1988–1989 гг. и 2002 г. в естественных условиях на территории современной Украины, Литвы, Республики Беларусь и европейской части Российской Федерации. Дополнительно в 2017–2018 гг. были заготовлены гербарные образцы ивы пурпурной в г. Сочи и в Южной Осетии.

Заготовку проводили в конце вегетационного периода (август – начало октября) от неповрежденных экземпляров ивы пурпурной, отбирали нормально развитые побеги в средней части кроны на высоте около 1,5 м над уровнем земли. На каждом побеге изучали не менее 10 листьев, расположенных в средней части побега и ближе к его основанию, поскольку

именно они в наибольшей степени подвержены влиянию экологических факторов [5].

Всего было изучено 443 образца из 54 природных популяций (таблица 1). Географические координаты, высоту над уровнем моря и климатические показатели местонахождений определяли, используя общедоступную информацию [6, 7].

Таблица 1. – Географическая и климатическая характеристика местонахождений ивы пурпурной

№	Местонахождение популяций ивы пурпурной	Широта, град. с.ш.	Долгота, град. в.д.	Высота над уровнем моря, м	Среднегодовая температура, град.	Средняя температура января, град.	Количество осадков в год, мм
1	Беларусь, Витебская обл., Верхнедвинский р-н, д. Устье, р. Сарьянка при впадении в р. Западная Двина	55,83	27,88	100	5,5	-7,3	623
2	Беларусь, Витебская обл., пос. Руба	55,30	30,30	204	5,2	-8,3	650
3	Беларусь, Минская обл., Вилейский р-н, д. Камено, р. Дрозды	54,58	27,48	183	6,0	-6,6	644
4	Беларусь, Витебская обл., г. Орша, р. Днепр	54,54	30,46	192	5,5	-8,0	624
5	Беларусь, Минская обл., Молодечненский р-н, д. Удранка, р. Удра	54,18	27,26	196	6,0	-6,6	648
6	Беларусь, Минская обл., Воложинский р-н, д. Белокорец	54,02	26,51	203	6,0	-6,5	652
7	Беларусь, Гродненский р-н, остров Сыча на р. Неман	53,88	23,76	85	6,6	-5,3	584
8	Беларусь, Гродненский р-н, д. Плосковцы, р. Неман	53,84	23,82	90	6,6	-5,3	584
9	Беларусь, Гродненский р-н, д. Гожа, песчаный карьер	53,82	23,85	105	6,6	-5,3	584
10	Беларусь, г. Гродно, микрорайон Грандичи, р. Неман	53,73	23,78	95	6,6	-5,3	585
11	Беларусь, Гродненская обл., Мостовский р-н, а.г. Пески	53,37	24,63	118	6,8	-5,3	615
12	Латвия, г. Вентспилс, р. Вента	57,33	21,57	5	6,4	-3,4	653
13	Латвия, г. Кулдига, р. Вента	56,95	22,02	50	6,4	-3,9	683
14	Латвия, г. Карсава	56,79	27,72	98	5,1	-7,7	631
15	Латвия, г. Лиепая	56,48	21,00	14	6,8	-3,1	691
16	Латвия, Салдусский край, село Эзере	56,39	22,36	50	6,1	-4,6	704
17	Литва, г. Укмерге, р. Швянтойи	55,22	24,72	64	6,3	-5,7	602
18	Литва, г. Юрбаркас	55,08	22,80	29	6,8	-4,6	665
19	Литва, Каунасский уезд, Йонавский р-н	54,99	24,13	60	6,6	-5,1	614
20	Литва, Вильнюсский уезд	54,74	24,99	112	6,4	-5,8	655
21	Россия, Калининградская обл., г. Советск	55,11	21,83	14	6,8	-4,6	754
22	Россия, Калининградская обл., г. Полесск	54,87	21,13	3	7,3	-3,9	748
23	Россия, Калининградская обл., г. Гусев, р. Писса	54,59	22,24	45	6,8	-4,9	674

Продолжение таблицы 1.

24	Россия, Орловская обл, Кромской р-н, пос. Шахово, р. Ока	52,74	35,87	170	5,6	-8,7	614
25	Россия, г. Курск, р. Сейм	51,68	35,99	250	6,0	-8,6	604
26	Украина, Ровненская обл., г. Дубровица, р. Горынь	51,60	26,60	135	7,1	-5,6	613
27	Украина, Ровненская обл., г. Сарны, р. Случь	51,30	26,64	143	7,2	-5,5	618
28	Украина, Ровненская обл., г. Сарны	51,29	26,63	155	7,2	-5,5	618
29	Украина, Волынская обл., г. Ковель	51,19	24,78	172	7,4	-4,8	581
30	Украина, Черниговская обл., Козелецкий р-н, г. Остер	50,92	30,85	111	7,7	-5,6	597
31	Украина, Киевская обл., г. Борисполь	50,29	31,00	145	7,7	-5,6	640
32	Украина, Харьковская обл., г. Чугуев	49,86	36,65	96	7,4	-7,1	533
33	Украина, Черкасская обл., Каневский р-н, р. Росава	49,72	31,26	82	8,2	-5,1	563
34	Украина, Львовская обл., д. Спас, р. Ясеница	49,40	22,97	214	7,7	-4,1	636
35	Украина, г. Винница, р. Южный Буг	49,28	28,47	248	7,6	-5,4	623
36	Украина, г. Ивано-Франковск	48,90	24,64	244	8,2	-3,9	672
37	Украина, Закарпатская обл., г. Ужгород, р. Уж	48,64	22,34	224	9,7	-2,6	708
38	Украина, Ивано-Франковская обл, Коломыйский р-н, д. Спас	48,47	25,00	300	8,2	-4,0	670
39	Украина, Ивано-Франковская обл., г. Снятын, р. Прут	48,42	25,61	190	8,3	-4,2	653
40	Украина, Днепропетровская обл., Васильковский р-н, д. Великоалександровка, р. Волчья	48,36	35,90	54	9,1	-4,5	521
41	Украина, Черновицкая обл., Кицманский р-н, р. Прут	48,35	25,79	160	8,3	-4,3	654
42	Украина, Закарпатская обл., г. Хуст, р. Тиса	48,14	23,33	164	9,4	-2,8	705
43	Украина Закарпатская обл., г. Рахов, р. Черная Тиса	48,08	24,25	650	7,8	-4,2	741
44	Украина, Закарпатская обл., г. Рахов, р. Тиса	48,05	24,20	430	7,8	-4,2	741
45	Украина, Закарпатская обл., село Нижняя Апша, р. Апшица	48,00	23,82	250	8,9	-3,4	741
46	Украина, Николаевская обл., г. Вознесенск, р. Южный Буг	47,54	31,39	6	9,4	-3,5	469
47	Украина, Одесская обл., Беляевский р-н, село Маяки	46,41	30,25	2	10,5	-1,4	457
48	Крым, Белогорский р-н, село Ароматное, р. Бурульча	45,06	34,41	318	11,1	0,6	524
49	Крым, Белогорский р-н, д. Зуя	45,06	34,32	257	11,1	0,6	524
50	Крым, Бахчисарайский р-н, село Вилино, р. Альма	44,84	33,67	37	11,2	0,7	503
51	Южная Осетия, Дзауский р-н, источник Багиата	42,46	44,07	1370	10,0	-0,8	1133
52	Россия, Краснодарский край, г. Сочи	43,57	39,74	28	14,5	6,4	1514
53	Южная Осетия, Цхинвальский р-н, село Ванати	42,28	44,05	1128	8,5	-2,4	720
54	Южная Осетия, Цхинвальский р-н, р. Малая Лиахва	42,29	44,08	1047	8,5	-2,4	720

Макроскопический анализ проводили по фармакопейным методикам [8]. Измеряли следующие показатели: длину побега текущего года, толщину побега в его основании, длину листа, длину черешка, ширину листа, длину междоузлия. Для измерения использовали не менее 6 побегов из каждой популяции и от 60 до 100 листьев. Всего было изучено 443 побега и более 4 тысяч листьев.

Полученные данные обрабатывали общепринятыми статистическими методами с помощью программы Excel. Рассчитывали средние значения и их стандартные отклонения ($\bar{X} \pm s_x$), коэффициенты корреляции r и корреляционные отношения h_{yx} . Достоверность их оценивали по t -критерию Стьюдента и F -критерию Фишера. Силу влияния факторов рассчитывали как квадрат корреляционного отношения, выраженный в процентах [9]. Строили графики зависимости морфологических признаков листа и побега от географической широты, высоты над уровнем моря, среднегодовой температуры и количества осадков в год. В качестве аппроксимирующей кривой использовали полином второй степени, достоверность аппроксимации оценивали по коэффициенту корреляции между фактическими и вычисленными данными [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средние значения длины и толщины побега, длины и ширины листа, а также длины черешка и междоузлия по изученным популяциям ивы пурпурной были опубликованы ранее [1]. Характеристика географического положения и климатических особенностей местона-

хождений ивы пурпурной представлены в таблице 1. Географические координаты изученных местообитаний находились в пределах от 42,28 до 57,33 градуса северной широты и от 21,00 до 44,08 градуса восточной долготы. Высота над уровнем моря варьировала от 2 до 1370 м, среднегодовая температура – от 5,2 до 14,5 градуса Цельсия. Количество осадков изменялось от 457 до 1514 мм в год. Были вычислены коэффициенты корреляции между морфологическими показателями листа и побега ивы пурпурной и вышеперечисленными экологическими факторами и географическими координатами местообитаний ивы пурпурной. Они представлены в таблице 2.

Количество достоверных связей оказалось небольшим, но коэффициенты корреляции, как известно, служат для измерения только линейных связей, а таких связей в природе очень мало. Для измерения нелинейных зависимостей между переменными x и y используют показатель, называемый корреляционным отношением h_{yx} . Предварительно необходимо провести ранжирование по каждому из факторов, которые могут оказывать влияние на размеры листьев и побегов ивы пурпурной. Ранжированные значения факторов и групповые средние значения представлены в таблицах 3 и 4.

На основании ранжированных значений морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной были рассчитаны корреляционные отношения (таблица 5). Их достоверность оценивали по F -критерию Фишера. Сила влияния факторов в процентах к общей изменчивости признака [9] приведена в таблице 6.

Таблица 2. – Коэффициенты корреляции между морфологическими признаками и экологическими факторами и географическими координатами местообитаний ивы пурпурной ($n = 54$; $t_{кр} (p < 0,05) = 2,01$) *

Морфологические признаки	Географическая широта, град.	Географическая долгота, град.	Высота над уровнем моря	Среднегодовая температура	Количество осадков в год
Длина побега	-0,22	-0,16	0,29	0,14	0,12
Толщина побега	-0,29	-0,02	0,36	0,18	0,05
Длина листа	-0,19	-0,1	0,38	0,03	0,16
Ширина листа	0,05	0,08	0,41	-0,25	0,03
Длина черешка	0,05	-0,18	0,01	-0,13	-0,12
Длина междоузлия	-0,09	-0,17	0,1	0,07	0,2

Примечание: * – достоверные коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом.

Таблица 3. – Средние значения морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной по рангам географических координат и высоты над уровнем моря, мм

Ранжированные значения географических координат и высоты над уровнем моря	Длина побега	Толщина побега	Длина листа	Ширина листа	Длина черешка	Длина междоузлия
Географическая широта, град. с.ш.						
44	120	1,6	32,8	6,2	2,4	11,8
48	302	2,2	52,4	10,1	4,2	16,0
49	422	2,7	59,0	10,4	4,1	24,0
50	234	2,1	48,5	9,9	3,2	16,3
52	240	2,4	47,5	11,2	4,2	16,5
54	226	1,5	48,3	11,7	3,8	14,4
55	229	2,1	45,1	10,3	3,8	14,3
56	184	1,9	43,5	11,6	3,7	16,3
57	207	2,0	42,7	10,5	3,1	14,4
Географическая долгота, град. в.д.						
21	276	2,1	44,4	10,1	3,8	15,5
22	353	2,6	54,4	11,1	4,1	18,7
24	297	2,0	49,4	10,3	3,6	16,5
25	237	1,8	45,7	9,0	3,4	13,5
26	325	2,2	55,4	10,9	4,6	15,8
27	241	2,1	48,4	11,4	3,9	15,7
28	183	1,9	41,8	9,8	3,3	15,2
30	256	2,0	50,4	11,0	3,8	16,8
32	201	2,2	39,9	8,0	3,1	11,4
35	190	2,1	36,6	9,0	2,9	12,2
36	201	1,8	44,6	10,8	3,6	15,5
40	142,4	1	33,4	1,9	5,3	15,2
Высота над уровнем моря, м						
10	252	2,1	45,5	10,1	3,8	15,4
50	234	2,0	44,7	9,6	3,7	14,5
75	230	2,2	43,4	9,6	3,7	15,2
100	210	1,6	45,4	10,9	3,1	14,6
125	234	1,9	47,3	10,5	3,7	13,2
150	239	2,2	51,7	11,1	4,2	17,4
175	233	1,8	41,0	8,6	3,5	12,5
200	252	1,9	50,0	11,2	3,7	15,2
250	343	2,65	53,5	10,6	3,9	19,6
300	401	2,3	45,9	8,8	3,8	13,2
500	464	2,9	56,6	9,3	2,9	21,8
1190	336	2,7	57,6	13,6	3,8	15,1

Таблица 4. – Средние значения морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной по рангам климатических факторов, мм

Ранжированные значения климатических факторов	Длина побега	Толщина побега	Длина листа	Ширина листа	Длина черешка	Длина междоузлия
Среднегодовая температура, °С						
5,5	188	1,8	42,8	10,6	3,3	13,3
6	231	1,9	44,5	11,0	4,0	16,2
6,5	245	1,9	48,2	10,9	3,6	15,0
7	258	2,3	49	11,0	4,0	15,3
7,5	223	1,7	43,5	9,9	3,4	15,9
7,7	269	2,3	54,7	10,7	3,8	18,5
8,3	338	2,5	58,2	10,3	4,4	17,9
9	296	2,2	49,7	9,9	4,0	13,8
9,5	394	2,6	51,9	9,9	3,8	20,6
10	352	2,8	61,3	14,3	4,3	17,7
11,2	225	2,2	37,2	8,7	2,8	11,2

Продолжение таблицы 4.

14,5	142	1,0	33,4	5,3	1,9	15,2
Количество осадков в год, мм						
460	221	2,1	42,5	9,1	3,6	12,8
520	241	2,2	42,1	9,8	3,4	13,5
560	218	1,5	41,6	9,6	3,1	11,9
600	219	2,0	46,9	10,7	3,6	16,7
615	218	2,1	45,7	10,4	3,8	15,8
630	221	2,0	47,3	10,4	3,6	15,4
650	263	2,0	48,6	10,6	4,0	15,5
660	268	2,2	53,3	10,4	4,2	15,5
680	325	2,3	48,9	11,2	2,9	15,5
705	390	2,6	51,5	10,6	4,2	23,3
720	310	2,4	49,0	11,4	3,8	13,0
740	416	2,7	55,3	9,3	3,0	18,7
750	265	2,3	46,1	10,6	4,4	16,7
1100	388	3,3	74,8	18,1	3,9	19,4
1500	142	1,0	33,4	5,3	1,9	15,2

Таблица 5. – Корреляционные отношения между морфологическими признаками и экологическими факторами и географическими координатами местообитаний ивы пурпурной (N = 443)

Географические координаты и экологические факторы		Длина побега	Толщина побега	Длина листа	Ширина листа	Длина черешка	Длина междоузлия
Географическая долгота (a=11; F _{кр} (p<0,01) = 2,41)	h _{yx}	0,44	0,34	0,51	0,43	0,35	0,33
	F	11,69	6,25	16,90	10,71	6,78	5,93
Географическая широта (a=9; F _{кр} (p<0,01) = 2,64)	h _{yx}	0,65	0,59	0,63	0,65	0,46	0,53
	F	45,29	33,04	40,18	46,13	16,38	24,67
Высота над уровнем моря (a=12; F _{кр} (p<0,01) = 2,32)	h _{yx}	0,63	0,58	0,46	0,53	0,25	0,43
	F	28,35	21,42	11,78	17,27	2,97	9,90
Среднегодовая температура (a=12; F _{кр} (p<0,01) = 2,32)	h _{yx}	0,56	0,73	0,71	0,81	0,52	0,40
	F	19,33	47,93	44,73	80,72	16,11	8,43
Средняя температура января (a=11; F _{кр} (p<0,01) = 2,41)	h _{yx}	0,64	0,73	0,83	0,90	0,51	0,37
	F	32,79	55,65	104,89	205,06	16,50	7,73
Количество осадков в год (a=15; F _{кр} (p<0,01) = 2,18)	h _{yx}	0,60	0,79	0,79	0,87	0,47	0,46
	F	18,74	54,68	54,07	98,88	9,57	8,79

Примечание: * – достоверные корреляционные отношения выделены жирным шрифтом.

Таблица 6. – Сила влияния факторов, %

Географические координаты и экологические факторы	Длина побега	Толщина побега	Длина листа	Ширина листа	Длина черешка	Длина междоузлия
Географическая долгота	19,6	11,5	26,0	18,2	12,4	11,0
Географическая широта	42,2	34,8	39,3	42,7	20,9	28,5
Высота над уровнем моря	39,7	33,2	21,5	28,6	6,4	18,7
Среднегодовая температура	31,0	52,7	50,9	65,2	27,2	16,4
Средняя температура января	40,6	53,7	68,6	81,0	25,6	13,9
Количество осадков в год	36,3	62,4	62,2	75,0	22,5	21,1

Все изученные экологические факторы, а также географическое положение оказывают достоверное ($p < 0,01$) влияние на длину и толщину побега, длину и ширину листа, длину черешка и междоузлия, т.е. на все изученные морфологические признаки.

Наибольшее влияние оказывают климатические факторы: средняя температура самого холодного месяца (до 81 %), количество осадков в год (до 75 %) и среднегодовая температура (до 65 %). Высота над уровнем моря имеет меньшее значение,

сила влияния этого фактора не превышает 40 %. Географические координаты оказывают заведомо только опосредованное влияние на размеры листа и побега ивы пурпурной через соответствующее изменение климатических факторов. В широтном направлении это изменение более заметно, поэтому сила влияния географической долготы значительно ниже.

Наиболее чувствительными к изменению условий обитания оказались длина и ширина листа, наименее чувствительными – длина черешка и междоузлия.

Поскольку все изученные корреляци-

онные связи морфологических признаков ивы пурпурной с экологическими факторами и географическим положением являются достоверными, были построены графики, отражающие форму этих связей.

Среднегодовая температура оказывает сильное влияние на размеры листьев и толщину побега, меньшее значение она имеет для длины междоузлия (таблица 6). Все полученные фактические данные хорошо аппроксимируются полиномиальной функцией второй степени, коэффициент корреляции между фактическими и вычисленными значениями от 0,42 до 0,76 (рисунок 1).

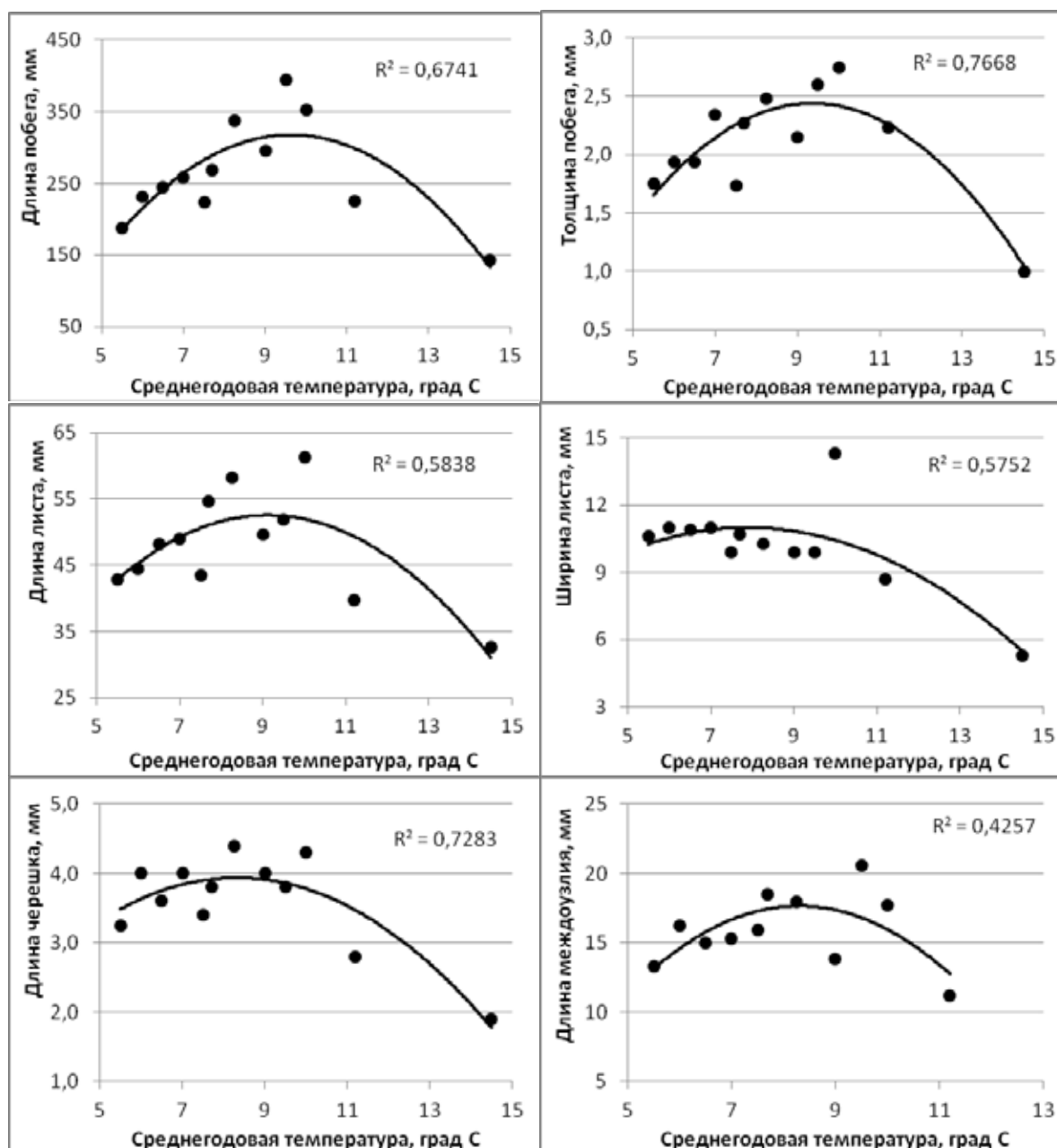


Рисунок 1. – Зависимость морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной от среднегодовой температуры

Максимальных размеров листья и побеги ивы пурпурной достигают при среднегодовой температуре 9,5–10,0 °С. В более холодном климате побеги становятся тоньше и короче, длина листа также заметно уменьшается. При увеличении среднегодовой температуры до 14,5 °С все размерные характеристики побегов и листьев резко уменьшаются, за исключением длины междоузлия.

Средняя температура января как самого холодного месяца года имеет большое значение для распространения *S. purpurea* s.s., восточная граница ее ареала приблизительно соответствует изотерме -8 °С. Гра-

фики зависимости морфологических признаков от температуры января (рисунок 2) в целом повторяют таковые от среднегодовой температуры, за исключением длины междоузлия, которая оказалась практически независимой от этого фактора. Максимальные размеры листья и побеги достигают в условиях с температурой января от -3,5 °С до -4 °С, то есть на южной границе области с теплым влажным континентальным климатом [7].

Оптимальным количеством осадков для роста листьев и побегов ивы пурпурной можно считать около 1000 мм в год (рисунок 3). Как при уменьшении, так и

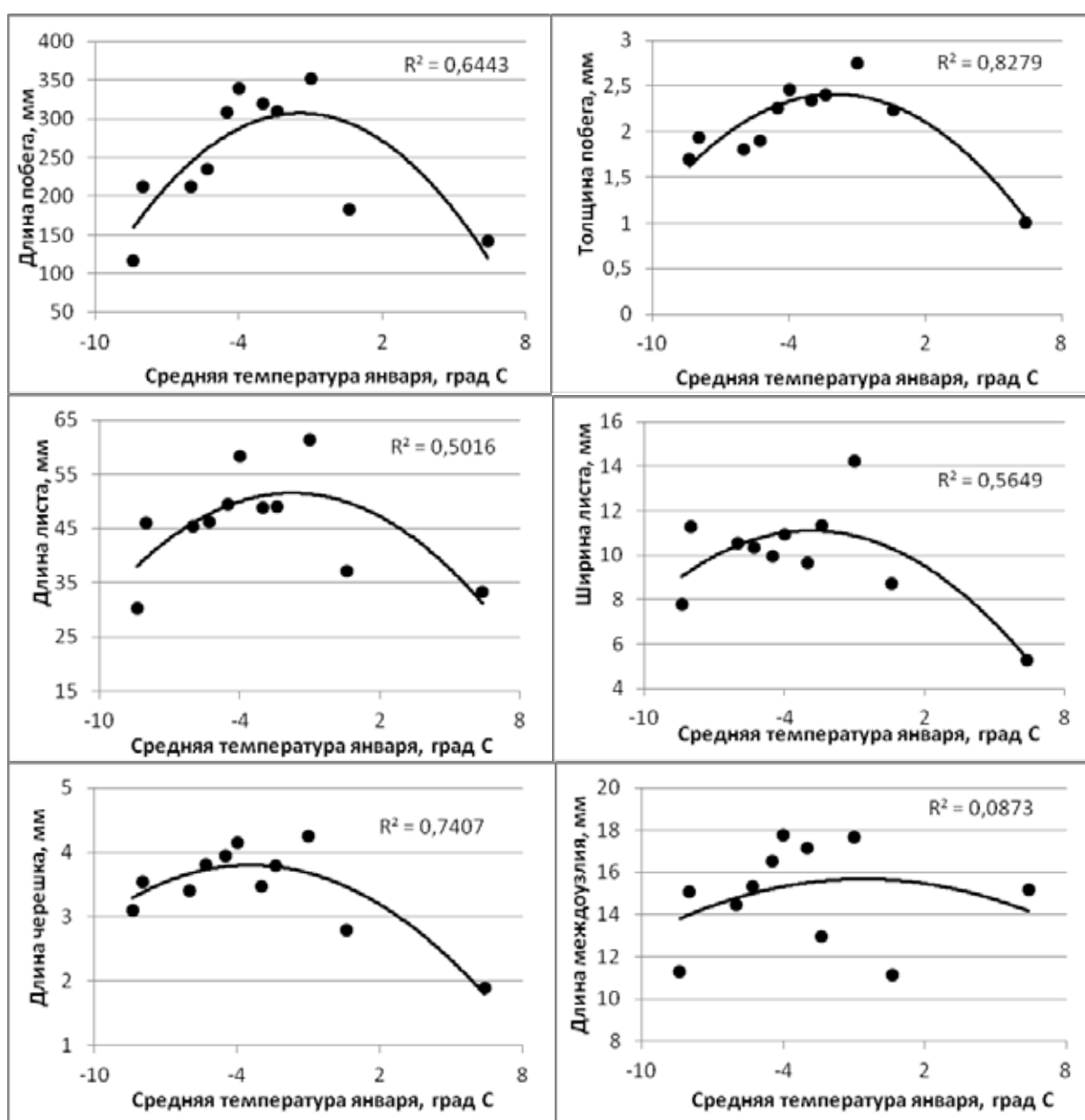


Рисунок 2. – Зависимость морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной от средней температуры самого холодного месяца

при увеличении количества осадков размеры побегов и листьев уменьшаются. Максимальные и минимальные значения признаков при этом различаются приблизительно в два раза. Полином второй степени так же, как и в предыдущем случае, удовлетворительно описывает форму связей (коэффициент корреляции от 0,49 до 0,80) (рисунок 3).

Сила влияния фактора высоты над уровнем моря на морфологические признаки ивы пурпурной значительно меньше, чем вышерассмотренных факторов (таблица 6). Это связано с тем, что климатические условия на изученной равнинной территории, а также в горных районах

Карпат и Кавказа различаются. Однако общие тенденции изменения размеров таковы: до высоты около 500 м над уровнем моря длина побега, листа и междоузлия, а также толщина побега увеличиваются, а выше или остаются на том же уровне, или уменьшаются (рисунок 4). Длина черешка практически не зависит от высоты над уровнем моря, а ширина листа в условиях выше 1000 м увеличивается. Коэффициент корреляции между фактическими данными и вычисленными по уравнению полинома второй степени превышает 0,5 только для первых четырех признаков.

Географическая широта, как уже было сказано выше, влияет на рост растений

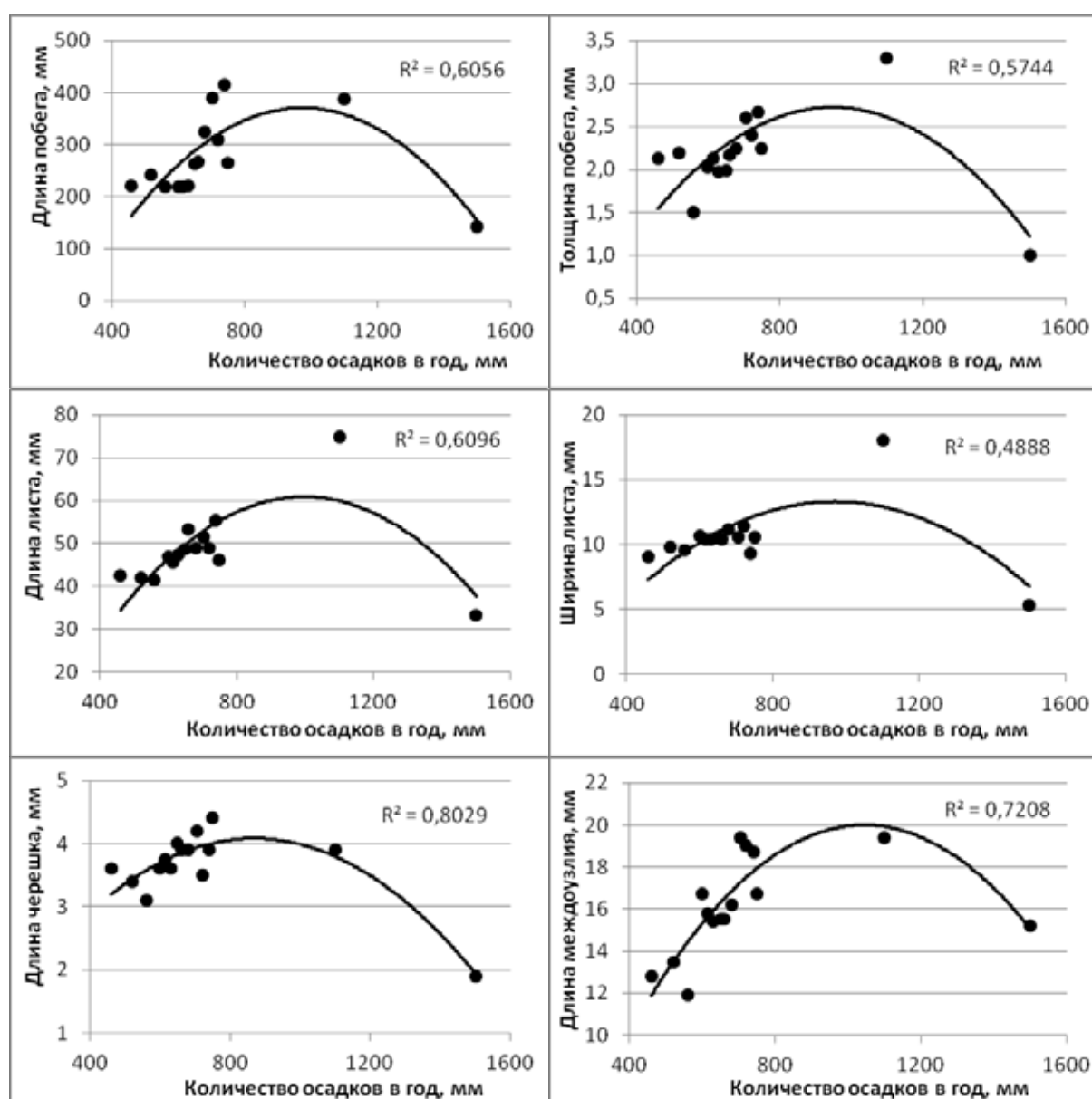


Рисунок 3. – Зависимость морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной от количества осадков в год

опосредованно через закономерное изменение климатических условий. Однако, изучение характера зависимости размеров листа и побега ивы пурпурной от широты местонахождения имеет практическое значение, поскольку определение географических координат местности намного проще, чем определение климатических факторов. Как и следовало ожидать, полином второй степени хорошо аппроксимирует изученные зависимости, принимая максимальные значения на широте около 49 градусов для большинства признаков (рисунок 5). Ширина листа наибольшая у растений, находящихся на широте 54–55 градусов, а длина черешка почти не изменяется в широтном

направлении, уменьшаясь только при крайних значениях (на широте 44 и 57 градусов соответственно) (рисунок 5).

Зависимость размерных параметров листа и побега ивы пурпурной от географической долготы отличается от всех выше-рассмотренных факторов тем, что выражена слабо и близка к линейной (рисунок 6). Отчетливо прослеживается тенденция к уменьшению размеров листа и побега с запада на восток. Здесь следует иметь в виду, что ареал ивы пурпурной включает Западную Европу, то есть если бы в выборке присутствовали образцы, заготовленные западнее Беларуси и Калининградской области, то вполне вероятно, что общая закономерность изменения

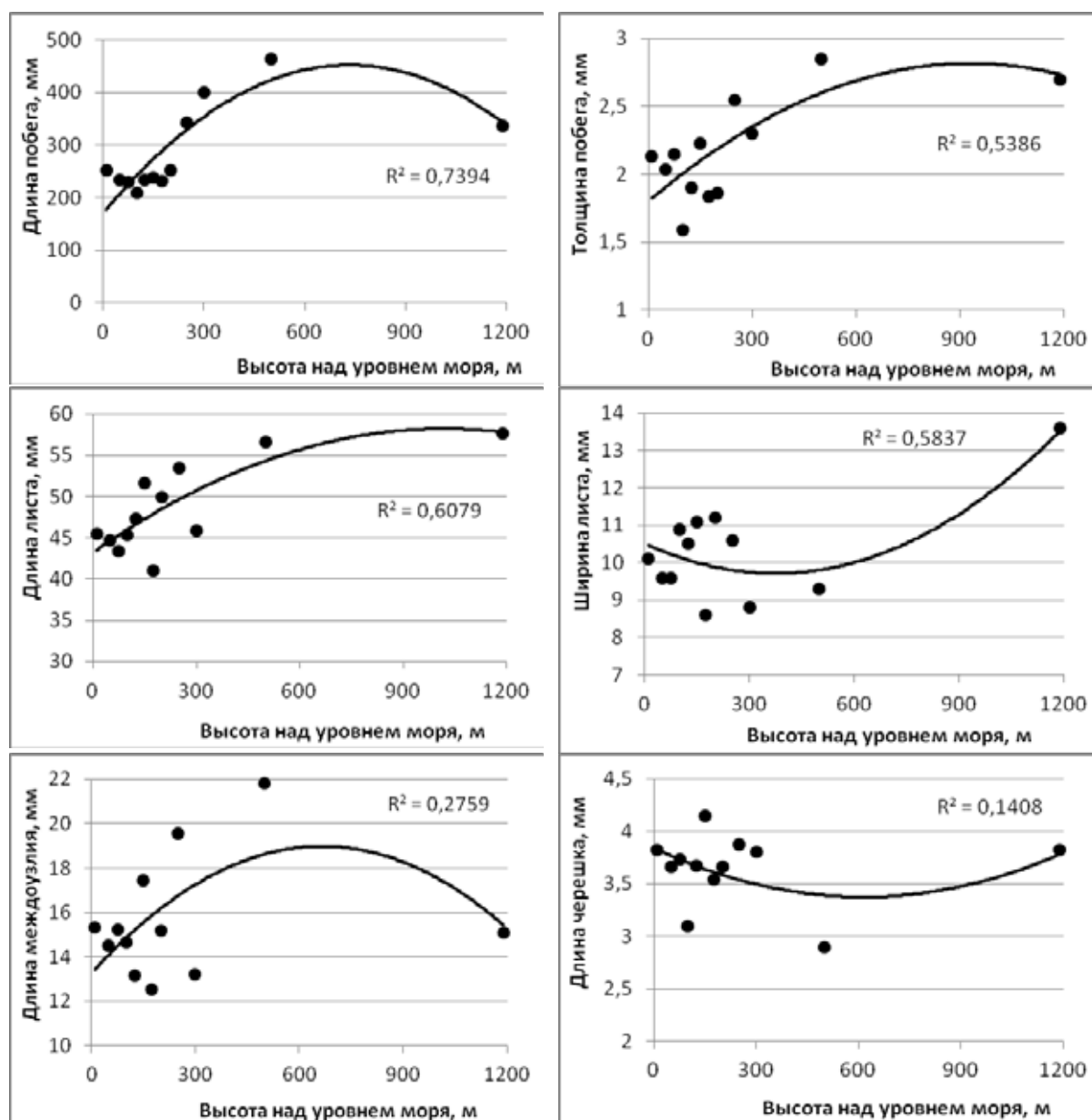


Рисунок 4. – Зависимость морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной от высоты над уровнем моря

размеров была бы тоже в виде параболы. Но это предположение требует дальнейших исследований (рисунок 6).

Таким образом, определены условия, в наибольшей степени способствующие росту побегов и листьев *Salix purpurea* L. s.l. и могут теоретически считаться аутоэкологическим оптимумом этого вида. Из изученных местообитаний в наибольшей степени приближены к этим значениям климатические условия Закарпатской области и Южной Осетии, и, как было показано ранее, образцы именно из этих регионов отличаются самыми длинными и толстыми побегами с длинными междоузлиями и крупны-

ми листьями [1]. Среди других местностей со сходными показателями температуры и количества осадков, где ива пурпурная широко распространена, можно назвать западноевропейские страны с теплым влажным континентальным климатом (Dfb по классификации Кеппен-Гейгера [7]), например Румынию, Хорватию и т.п.

Учитывая полученные ранее выводы об увеличении адаптационной нагрузки на популяции, расположенные выше 300 м над уровнем моря [1], вопрос об оптимальной высоте над уровнем моря для ивы пурпурной следует оставить открытым и требующим дальнейших исследований.

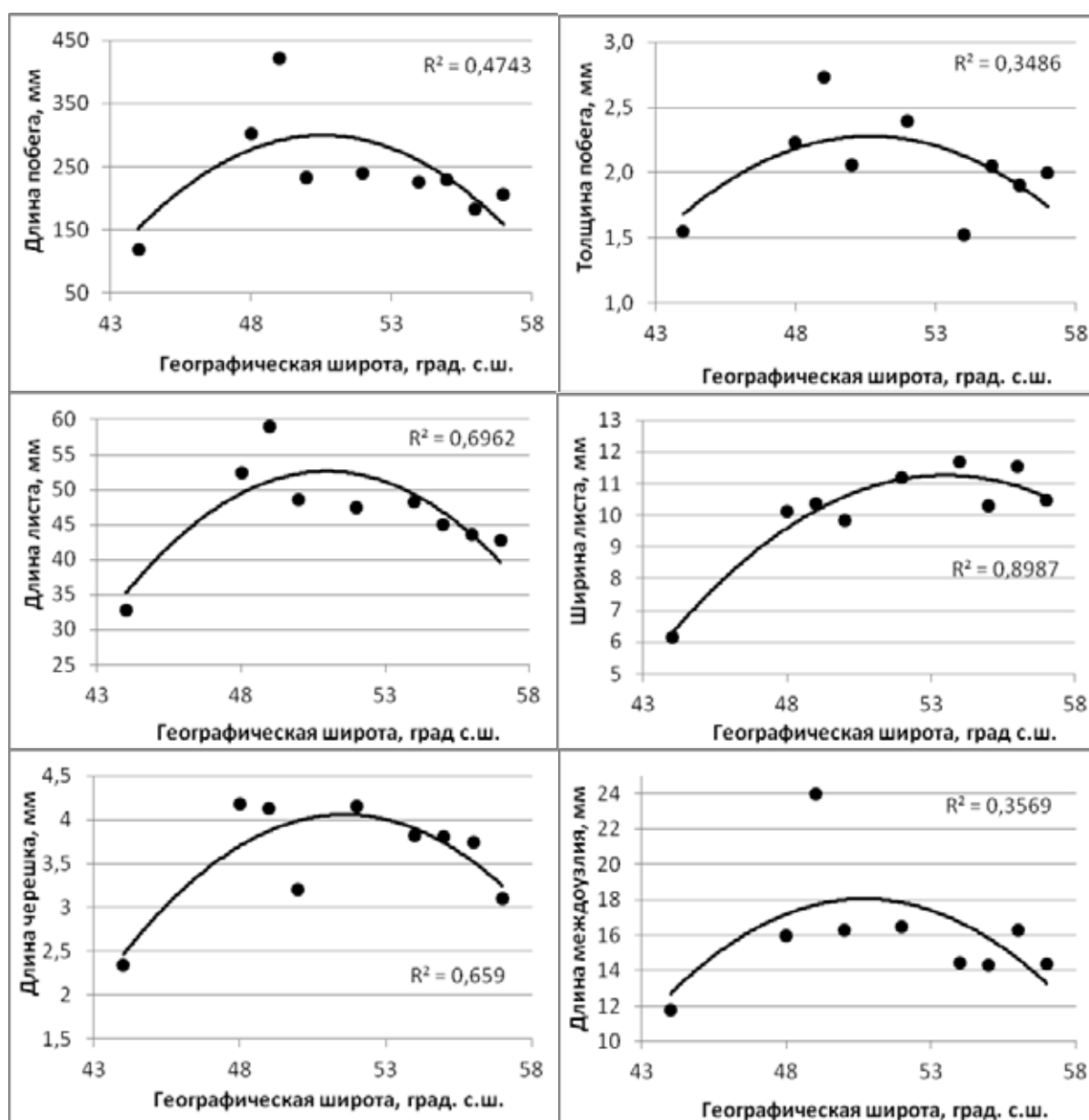


Рисунок 5. – Зависимость морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной от географической широты

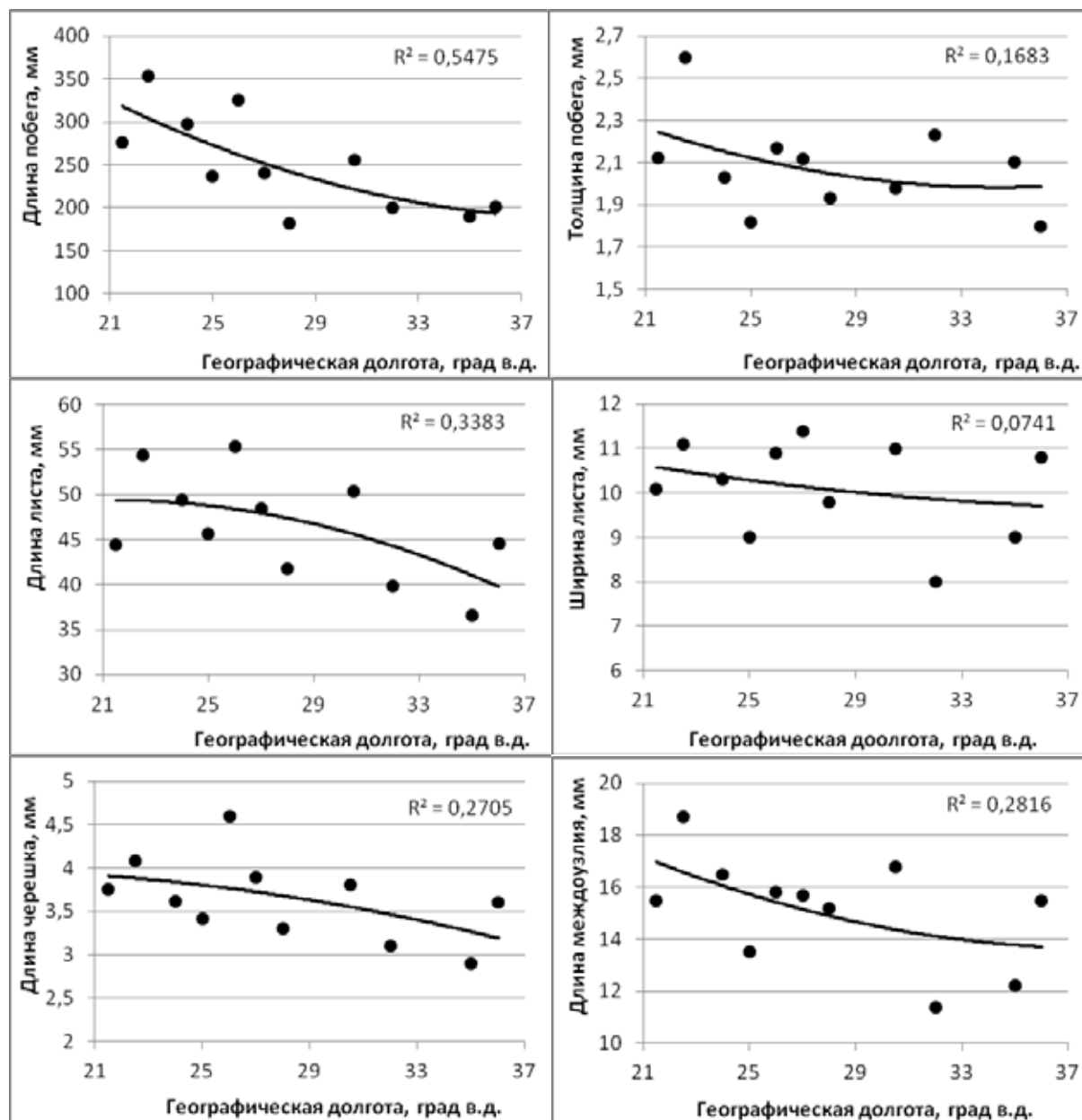


Рисунок 6. – Зависимость морфологических признаков листа и побега ивы пурпурной от географической долготы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Между размерами листа и побега ивы пурпурной и факторами (среднегодовой температурой, температурой января, количеством осадков в год и высотой над уровнем моря) существуют достоверные корреляционные нелинейные связи. Сила влияния этих факторов различна, от 6 % до 81 %. Наибольшее влияние оказывает среднегодовая температура, температура самого холодного месяца и количество осадков на толщину побега, длину и ширину листа (сила влияния более 50 %). Обнаружены также корреляционные связи параметров

листа и побега с географическими координатами местонахождений ивы пурпурной, которые влияют опосредованно через закономерное изменение климатических факторов.

Форма связей в большинстве случаев хорошо аппроксимируется полиномом второй степени с одним максимумом, соответствующим среднегодовой температуре 9,5–10,0 °C, температуре января от -3,5 до -4 °C, количеству осадков около 1000 мм в год и высоте над уровнем моря 500 м.

Выражаем искреннюю благодарность Бекоеву Давиду Хасбиевичу за организа-

цию поездок в Южную Осетию и помощь в нахождении естественных популяций ивы пурпурной.

SUMMARY

N. A. Kuzmichova, D. A. Kapustina
CLIMATIC VARIABILITY OF PURPLE
WILLOW LEAVES AND SHOOTS
(*SALIX PURPUREA* L. s.l.)

The results of investigation of the climatic conditions effect on morphological variability of *Salix purpurea* L. s.l. leaves and shoots with use of mathematical statistic methods are presented. Reliable non-linear correlations between morphological signs of Purple willow (length and thickness of a shoot, length and width of a leaf, length of a petiole and an internode) on the one hand and ecological factors and geographical coordinates (average annual temperature, annual rainfall, geographical latitude and longitude) on the other were discovered. Average annual temperature and the number of rainfall have the biggest influence on the shoot thickness, the length and width of a leaf (impact exceeds 50 %). The nature of connections is mostly mono-modal with one maximum, corresponding to average annual temperature of +9,5 – +10 °C, average temperature in January -3,5...-4,0 °C and 1000 mm of rainfall per year.

Keywords: Purple willow, *Salix purpurea* L., morphological signs, climatic factors, geographical coordinates.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмичева, Н. А. Морфологическая изменчивость листьев и побегов ивы пурпурной (*Salix purpurea* L. s.l.) / Н. А. Кузьмичева, Д. А. Капустина // Вестник фармации. – 2018. – № 4. – С. 9–23.
2. Скворцов, А. К. Ивы СССР / А. К. Скворцов. – М.: Наука, 1968. – С. 226–228.
3. Парфенов, В. И. Ивы (*Salix* L.) в Белоруссии: Таксономия, фитоценология, ресурсы / В. И. Парфенов, И. Ф. Мазан. – Минск: Наука и техника, 1986. – 167 с.

4. Ростова, Н. С. Корреляции: структура и изменчивость / Н. С. Ростова. – СПб, 2002. – 303 с.

5. Бузук, Г. Н. Морфометрия лекарственных растений. 2. *Vaccinium myrtillus* L. взаимосвязь морфологических признаков и химического состава / Г. Н. Бузук, Н. А. Кузьмичева, А. В. Руденко // Вестник фармации. – 2007. – № 1. – С. 26–37.

6. Карта для определения высоты местности и профиля высот с учетом кривизны земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://22dx.ru/online/karta-vy-sot/>. – Дата доступа: 27.08.2018.

7. Климатические данные городов по миру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.climate-data.org>. – Дата доступа: 05.10.2018.

8. Государственная фармакопея Республики Беларусь (ГФ РБ II): Разработана на основе Европейской фармакопеи. В 2 т. Т. 2. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, УП «Центр экспертизы и испытаний в здравоохранении»; под общ. Ред. С. И. Марченко. – 2-е изд. – Молодечно: Тип. «Победа», 2016. – 1368 с.

9. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: «Высшая школа». – 2009. – 352 с.

10. Кузьмичева, Н. А. Характер зависимости содержания флавоноидов в растениях от положения ценопопуляции в экологическом ряду / Н. А. Кузьмичева, Ю. А. Кузьмичев // Вестник фармации. – 2015. – № 2. – С. 25–32.

Адрес для корреспонденции:

210023, Республика Беларусь,
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,
УО «Витебский государственный ордена
Дружбы народов медицинский университет»,
кафедра фармакогнозии с курсом ФПК и ПК,
тел. раб.: 8 (0212) 64-81-78,
e-mail: kuzm_n-a@mail.ru,
Кузьмичева Н.А.

Поступила 12.02.2019 г.